



Intelligence d'un système - Analyse décisionnelle des systèmes

Janusz Bucki, Yvon Pesqueux

► To cite this version:

Janusz Bucki, Yvon Pesqueux. Intelligence d'un système - Analyse décisionnelle des systèmes. 1994.
hal-00494168

HAL Id: hal-00494168

<https://hal.science/hal-00494168>

Preprint submitted on 22 Jun 2010

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

INTELLIGENCE D'UN SYSTEME - L'ANALYSE DECISIONNELLE DES SYSTEMES

Janusz BUCKI

Yvon PESQUEUX

Le concept d'intelligence d'un système s'appuie actuellement le plus souvent sur des notions intuitives ou se réfère à des domaines aux contours flous dans lesquels se trouvent reléguées aussi bien des questions théoriques complexes que des solutions techniques mal maîtrisées, telles que, par exemple, celles relatives à la reconnaissance des formes. La confusion qui règne entre les buts poursuivis par l'automatisation et ceux de l'intelligence artificielle se traduit, en pratique, par une frontière imprécise entre systèmes intelligents et non intelligents. Cet article tente d'appréhender globalement la notion d'intelligence d'un système avec une approche typologique faisant abstraction de la nature et de la complexité des domaines d'application. L'analyse décisionnelle des systèmes propose, en effet, des critères formels permettant de caractériser et de différencier les systèmes intelligents des systèmes non intelligents.

I. INTRODUCTION

On reconnaît l'homme comme l'être le plus doué, du fait de son intelligence, pour préserver sa faculté d'action dans des situations complexes ou nouvelles et non prévues d'avance. Il paraît donc naturel, dans le processus d'automatisation/informatisation, de chercher à confier des tâches difficiles aux machines dont le comportement serait comparable à celui d'un être intelligent.

L'aspiration à reproduire l'intelligence de manière artificielle a donné naissance à de nombreuses techniques permettant de réaliser des systèmes adoptant une démarche proche de la pensée humaine.

L'intelligence artificielle n'a pas encore défini son domaine et souvent, dans la recherche de son identité, nous constatons des abus de langage issus des confusions entre les techniques de programmation, les solutions apportées aux problèmes ponctuels comme la vision, la synthèse de la parole,... et l'intelligence proprement dite.

Nous voulons prendre parti dans la discussion en présentant ici succinctement le concept d'intelligence tel qu'il est défini et formalisé par l'analyse décisionnelle des systèmes d'automatisation et des systèmes d'information.

II. LE CONCEPT D'ACTIVITE

Il est généralement admis que, par rapport au monde externe, la notion d'intelligence exprime à la fois:

- la capacité à reconnaître et à comprendre,
- l'aptitude à élaborer des décisions,
- la possibilité de communiquer avec l'entourage,
- la faculté d'apprentissage.

Néanmoins pour une machine, tout comme pour un homme, ceci ne peut constituer une fin en soi. Toutes ces facultés énumérées sont indispensables pour qu'une machine ou qu'un homme puisse agir, en fonction de ses objectifs, sur les moyens mis à sa disposition.

L'homme ou la machine est reconnu par son entourage uniquement par l'activité qu'il exerce, qu'elle soit du type service, production, recherche,... (l'existence est aussi une sorte d'activité : l'affirmation d'être).

Par ailleurs, une activité existe en tant que telle, indépendamment de celui qui l'exerce, c'est à dire de son pilote. En général, il existe, pour une activité donnée, plusieurs pilotes possibles .

Exemple : plusieurs candidatures (pilotes) pour un poste de travail (activité)

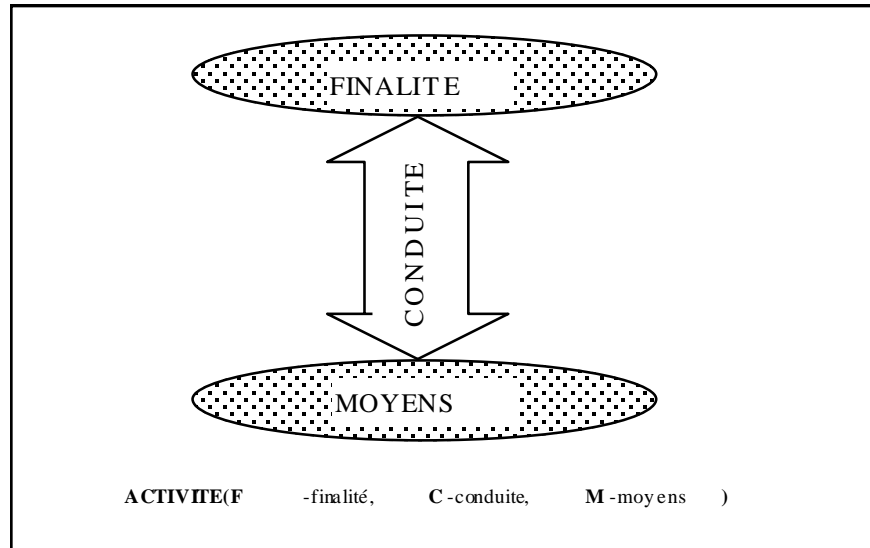
Toute activité organisée dans le temps est caractérisée par trois éléments indissociables :

- **la finalité** (ou la mission) définie par l'ensemble des objectifs auxquels l'activité est susceptible de répondre. Cette finalité représente, en même temps, la raison d'être de l'activité définie et validée dans un contexte plus large.
- **les moyens** mis en oeuvre permettant de satisfaire la finalité.
Ces moyens peuvent être de nature humaine, financière,

matérielle, ...

- la **conduite** qui définit l'utilisation ou l'ordonnancement des moyens en fonction de la finalité.

Figure 1 : Les trois éléments constitutifs d'une activité



Une activité se réalise par son pilote. Il s'avère alors naturel d'attribuer au pilote une intelligence lui permettant d'assumer la conduite des moyens dont il dispose, en pleine conscience et en plein respect de la finalité de l'activité pilotée.

Il est important de souligner ici, encore une fois, la dichotomie entre une activité et son pilote. L'activité pilotée est l'un des concepts de base de l'analyse décisionnelle des systèmes.

Le choix d'un pilote, pour une activité, est conditionné par tout un ensemble de critères dont les influences respectives dépendent du contexte d'une réalisation particulière. Bien évidemment, le pilote doit posséder nécessairement un minimum de connaissances sur l'ordonnancement des moyens affectés à l'activité, et se caractériser par une aptitude au pilotage. Cette aptitude exprime la capacité du pilote à reconnaître et à comprendre l'évolution des moyens dans le temps, à réagir en fonction de leurs états et de ses objectifs, et à communiquer ses décisions ainsi que ses propres états.

Il existe d'autres critères appliqués durant le choix d'un pilote, citons notamment :

- sa disponibilité ,
- son coût d'exploitation ,

- sa fiabilité ,
- son évolutivité ,
- sa flexibilité ,
- son efficacité ,
- son inter-exploitableté , ...

Parmi ces critères, certains privilégient davantage l'homme : flexibilité, évolutivité,..., et d'autres la machine: fiabilité, efficacité, coût d'exploitation,...

Les travaux en intelligence artificielle devraient avoir pour but non pas une imitation exacte du comportement de l'homme mais la création de machines pouvant libérer l'homme en prenant la place de l'homme-pilote d'une activité tout en restant fiables, efficaces, peu onéreuses en exploitation,...

III. ANALYSE DECISIONNELLE DES SYSTEMES ET INTELLIGENCE

Un être intelligent, l'homme ou la machine pilote d'une activité, est capable non seulement d'appréhender et de réagir mais aussi d'apprendre.

L'appréhension et la réaction résultent de connaissances acquises, celles du moment présent.

L'apprentissage est une évolution des connaissances consécutive à l'expérience vécue ou transmise.

La différence primordiale entre ces deux fonctions d'un pilote réside dans le fait que la première est orientée vers le monde externe, tandis que la seconde vise ses structures internes

L'appréhension et la réaction sont liées au fonctionnement dans un univers plus vaste où interfèrent également d'autres acteurs (munis d'intelligence ou non) et qui s'influencent mutuellement dans leurs comportements.

L'apprentissage s'effectue dans un temps différé par rapport au pilotage de l'activité. Ceci dit, nous nous autorisons, dans ce qui suit, à analyser ces deux fonctions (appréhension/réaction, apprentissage) séparément.

L'analyse décisionnelle des systèmes associe la notion d'intelligence à l'aptitude à piloter une activité, c'est-à-dire à la capacité d'assumer une finalité.

La définition ou l'identification de la finalité associée à un ensemble de moyens ou d'objets est possible uniquement à l'extérieur de cet ensemble, c'est-à-dire dans **son environnement**.

Le même ensemble d'objets immergé dans des environnements différents peut se révéler être tributaire de comportements différents, c'est-à-dire qu'il peut représenter des processus différents de par leurs finalités.

Exemple : Un livre peut représenter aussi bien une pièce de collection qu'une source d'information suivant l'environnement qui l'intègre : un musée, une bibliothèque. Un groupe d'enfants peut devenir une équipe de foot-ball ou une classe en fonction de son environnement : un club ou une école.

Un ensemble de moyens ou d'objets devient **un processus** si les comportements de ces objets s'expliquent par une finalité projetée sur cet ensemble.

L'environnement d'un processus nous intéresse uniquement en tant que porteur de la finalité. Si l'on se place au niveau du processus, l'environnement n'a aucune forme "matérielle". Sa présence est ressentie par les objets du processus à travers les actions qu'ils subissent.

IV. LA NOTION DE SYSTEME D'AUTOMATISATION

L'environnement dirige le processus soit directement soit en s'appuyant sur une organisation à laquelle il délègue un certain nombre de décisions, tout en restant le seul garant de la finalité de l'ensemble. Cette délégation de décisions engendre la création de sous-activités, avec leurs propres finalités (ou "sous-finalités"), et leur organisation. Une telle structure dans son fonctionnement se caractérise par l'apparition de chaînes décisionnelles qui la traversent.

La réalisation effective de la conduite d'un processus par délégation consiste alors dans le choix ou la création de pilotes (humains et/ou matériels) pouvant prendre en charge les différentes sous-activités. La structure des activités pilotées ainsi obtenue représente **le système d'automatisation** de la conduite du processus dans son environnement.

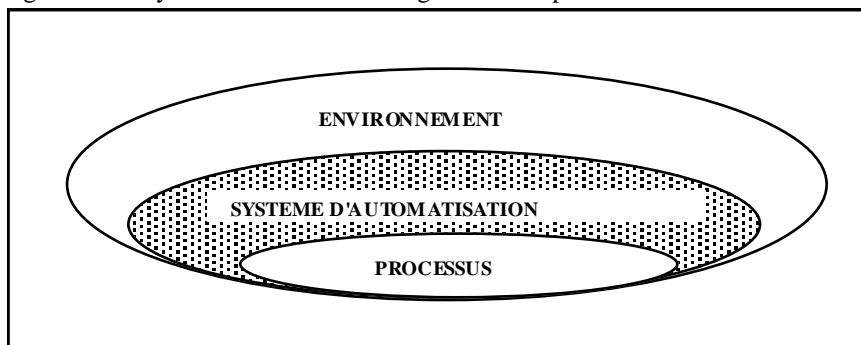
Un système d'automatisation apparaît comme étant greffé sur le processus dans le but de simplifier la conduite de celui-ci par l'environnement.

L'automatisation consiste alors en une délégation au système d'automatisation par l'environnement de décisions concernant la conduite du processus. Suite à cette délégation l'environnement devient responsable des décisions nouvelles, plus générales, touchant une partie plus vaste du processus et avec des buts plus lointains dans le temps que ceux des décisions confiées au système d'automatisation.

Le concept d'automatisation tel qu'il est introduit par l'analyse décisionnelle des systèmes concerne aussi bien une automatisation/informatisation au sens industriel que la mise en place d'une organisation humaine.

La mise en oeuvre d'un système d'automatisation ne change ni la nature ni le comportement du processus mais uniquement sa perception et sa conduite au niveau de l'environnement, la finalité de l'ensemble reste inchangée.

Figure 2 : Le système d'automatisation greffé sur le processus



Exemple : Une boîte de vitesse automatique installée dans une voiture est un système d'automatisation. Les décisions d'enchaînement des vitesses qui appartenaient au conducteur (ici: l'environnement du processus voiture) lui sont confiées. Après l'automatisation, le conducteur ne décide plus que la nature du parcours sur le sélecteur.

Le système S (E -environnement, Sa -système d'automatisation, P -processus) est une réalisation effective de l'activité A (F -finalité, C -conduite, M -moyens) dans la mesure où :

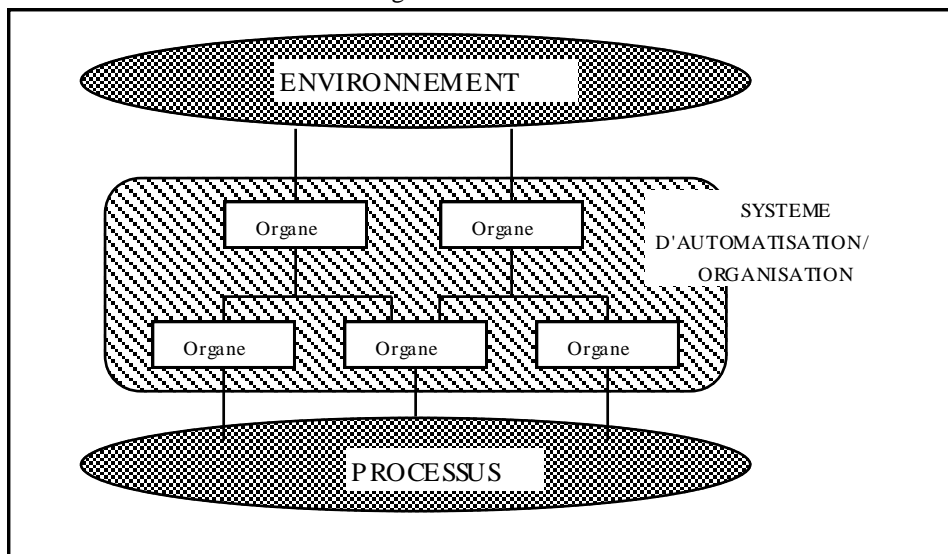
- l'environnement E est le porteur de la finalité F ,

- le système d'automatisation **Sa**, avec un pilote désigné pour chaque sous-activité, réalise la conduite **C** ,
- le processus **P** englobe l'ensemble des moyens **M** .

V. LA NOTION D'ORGANE DECISIONNEL

Une sous-activité pilotée, vue de l'environnement, représente un objet qu'il cache ou qu'il enveloppe, et devient dès lors, un sous-processus bien distinct. Cet objet, muni d'un pouvoir décisionnel, est appelé **organe décisionnel**.

Figure 3 : Le système d'automatisation/organisation vu
comme une structure d'organes décisionnels



L'organe décisionnel est un sous-système d'automatisation à part entière et donc responsable d'un ensemble de décisions concernant la conduite du sous-processus qu'il enveloppe.

L'analyse décisionnelle définit la **décision** comme le résultat d'une délibération ayant pour but d'apporter une solution concernant le comportement du processus dans le futur :

- une décision, dans son expression, n'indique jamais les moyens de sa réalisation,

- la prise d'une décision ne modifie pas directement la réalité.

Exemple : "Envoi d'une lettre", "démarrage de la fabrication", "mise à jour de la base de données" sont les décisions. L'expression "prendre le train pour partir en vacances" n'est pas une décision car elle indique les moyens de sa réalisation, ici, en l'occurrence le train.

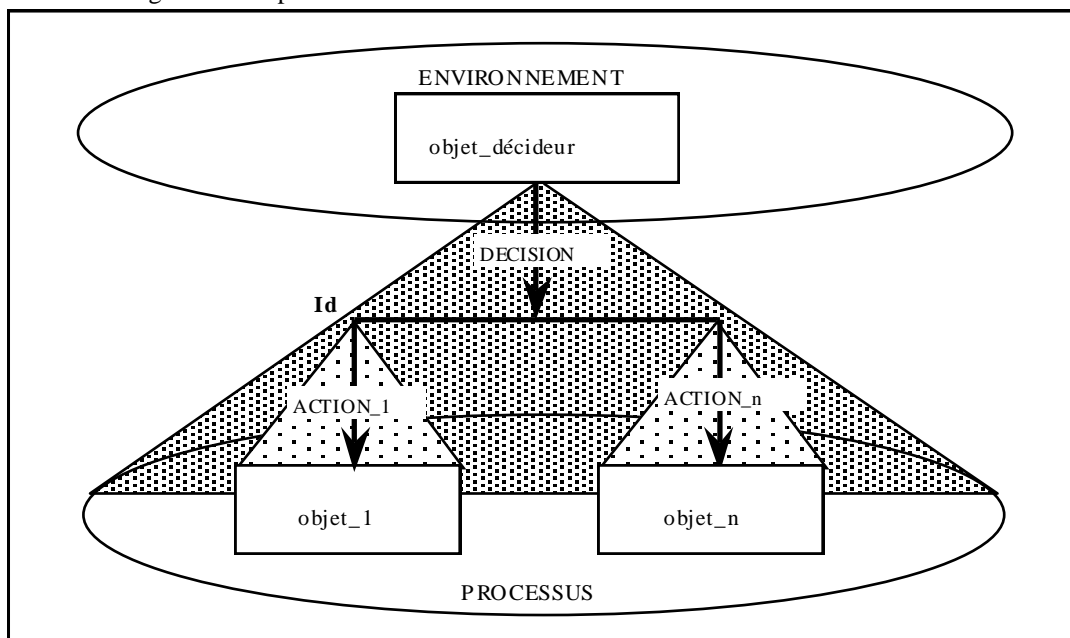
Une décision concerne toujours un processus vu dans son intégrité et indique l'état attendu de ce processus, c'est-à-dire l'**objectif_interne** du décideur.

Une **action** fait partie des caractéristiques d'un objet et représente une opération possible à effectuer sur lui.

Pour qu'une décision puisse s'exécuter, il faut qu'elle soit traduite en actions à effectuer sur des objets du processus :

(DECISION, processus) -> ((ACTION_1, objet_1),..., (ACTION_n, objet_n))

Figure 4 : La portée d'une décision et d'une action.



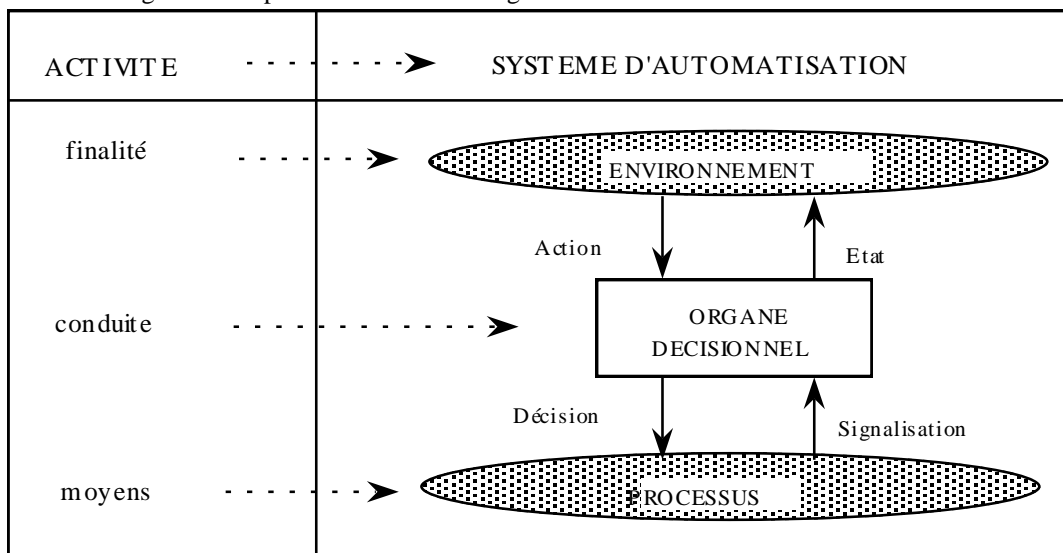
Une action reçue et reconnue par un objet lui impose un comportement qui est interprété par cet objet comme un objectif venant de l'environnement, autrement dit son **objectif_externe**.

Les conséquences d'une décision sont appréhendées à partir de l'évolution du processus, suite aux actions déclenchées.

Un organe décisionnel est informé de l'évolution du processus par le biais de **signalisations** qu'il reçoit.

Suite à l'appréhension et la compréhension d'une signalisation reçue, l'organe décisionnel valide d'une part son **état_interne** et de l'autre produit une information, l'**état_externe**, destinée à être propagée vers l'environnement.

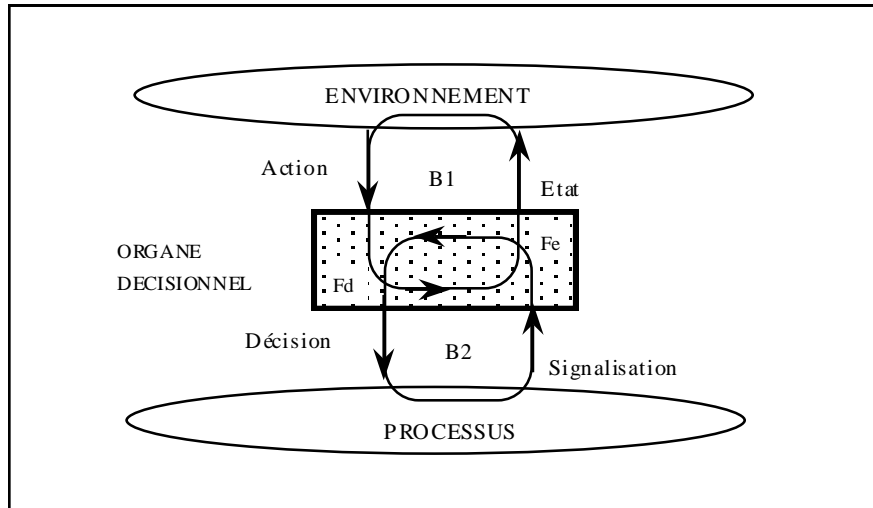
Figure 5 : Le positionnement d'un organe décisionnel



Vus de l'extérieur, les flux descendant et ascendant d'informations sont dissociés. L'organe décisionnel est chargé de la régulation du processus en fonction des consignes (objectifs) qui lui sont transmises de l'environnement. Il matérialise, alors, l'intersection de deux boucles de régulation :

- boucle B1 : elle réalise la régulation par l'environnement de l'organe en fonction de la finalité du système.
- boucle B2 : elle réalise la régulation par l'organe du processus en fonction de ses objectifs externes.

Figure 6 : L'organe décisionnel vu comme l'intersection de deux boucles de régulation



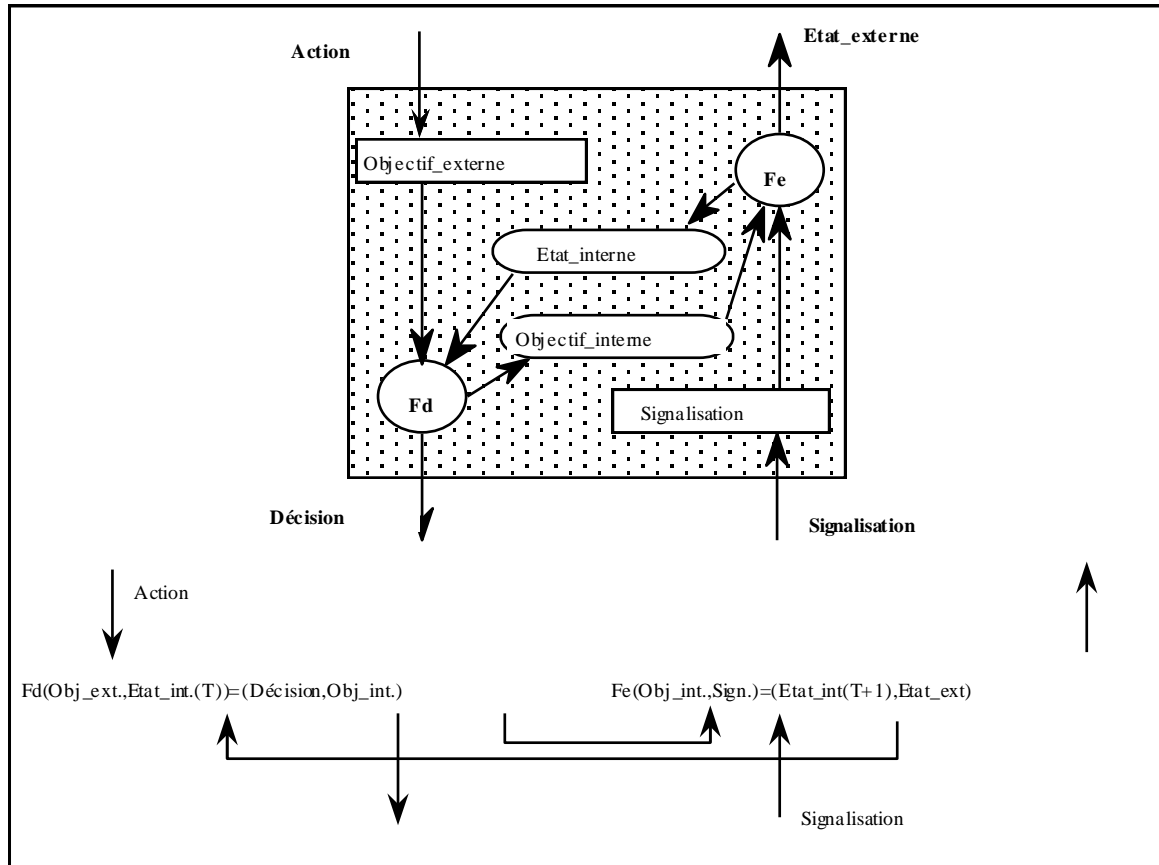
Les points d'intersection de ces deux boucles de régulation correspondent à des fonctions :

- la fonction de compréhension et de validation d'état - Fe,
- la fonction d'élaboration des décisions - Fd.

VI. LES TROIS CATEGORIES D'ORGANES DECISIONNELS

Un organe décisionnel représente une machine séquentielle à deux entrées : actions, signalisations, et à deux sorties: décisions, états externes. Sa structure interne se caractérise par la séparation entre les fonctions de compréhension/validation d'état Fe et de décision Fd.

Figure 7 : La structure interne d'un organe décisionnel dans son expression la plus simple, dite de la première catégorie



Il est possible de spécifier formellement le fonctionnement d'un tel organe par un ensemble de règles se référant aux deux formes canoniques suivantes :

Fc1 : $Fe(\text{objectif_interne}, \text{signalisation}) = (\text{état_interne}, \text{état_externe})$

Fc2 : $Fd(\text{objectif_externe}, \text{état_interne}) = (\text{décision}, \text{objectif_interne})$

Les spécifications s'appuyant sur la forme canonique Fc1 définissent la compréhension/validation par l'organe de l'évolution du processus contrôlé ainsi que l'auto-appréhension, c'est-à-dire la création de son propre état propagé vers l'environnement.

Les spécifications s'appuyant sur la forme canonique Fc2 définissent la réaction de l'organe sur le processus suite aux modifications de l'objectif externe et/ou de l'état interne.

Un organe décisionnel modélise intrinsèquement une activité. En tant qu'activité pilotée, l'organe décisionnel devient opérant par une réalisation effective des fonctions Fd et Fe prises en charge par un pilote de cet organe : un homme, un programme d'ordinateur, ...

Un organe décisionnel tel que nous l'avons présenté jusqu'ici est muni d'une intelligence dite **intelligence apprise**. Elle traduit la capacité de l'organe à assumer le rôle décisionnel vis-à-vis du processus qu'il contrôle, dans le but d'atteindre des objectifs qui lui sont imposés par son environnement.

A un instant donné, cet organe n'accepte et ne réalise qu'un seul objectif externe. Un tel organe dit de **première catégorie** n'est tributaire et n'évolue que dans un et un seul environnement.

Un organe décisionnel peut coexister dans plusieurs environnements, porteurs de finalités différentes voire concurrentes. Dans ce cas, il subit une interférence de finalités.

Exemple : un homme fonctionne à la fois dans l'environnement de sa famille, de son entreprise, d'une association, ...

Ainsi un organe décisionnel est appelé à prendre en compte et à réaliser plusieurs objectifs externes simultanément.

Un organe de la première catégorie ne peut réaliser, à un instant donné, qu'un seul objectif externe. L'organe compatible avec cette configuration nouvelle sera donc nécessairement muni d'une fonction interne supplémentaire de **planification des objectifs** Fp. La forme canonique de cette fonction est la suivante :

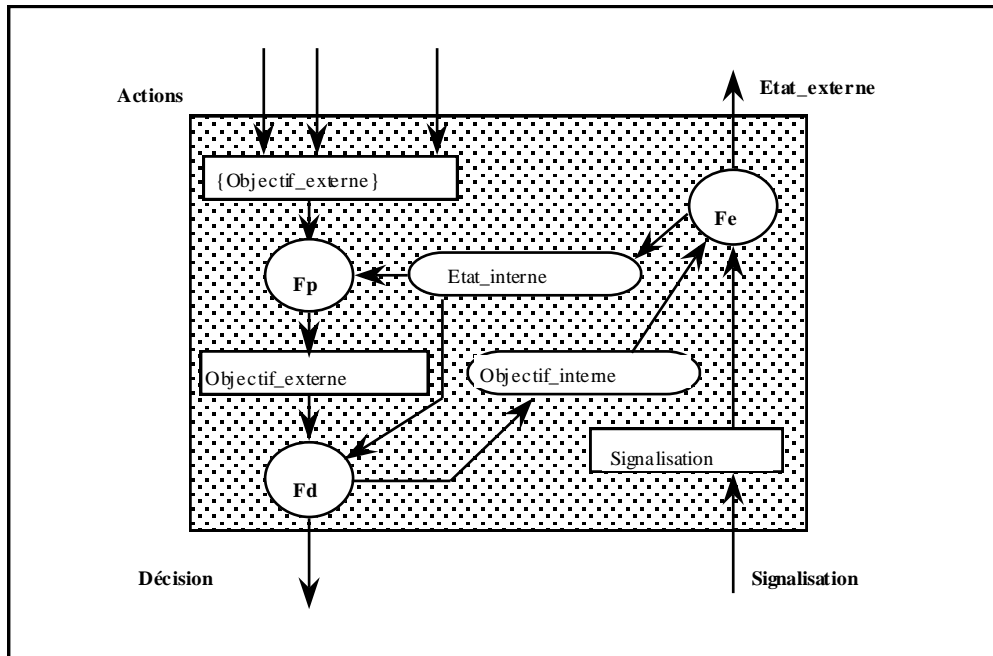
Fc3 : Fp({objectif_externe}, état_interne) = (objectif_externe)

Cette fonction de planification permet à l'organe de choisir, à un instant donné, parmi les objectifs externes valides simultanément celui à réaliser. L'analyse décisionnelle qualifie cette aptitude à planifier d'**intelligence existentielle**.

L'organe muni de l'intelligence existentielle appartient à la **deuxième catégorie d'organes**.

Une imprimante, à laquelle on a confié des décisions élémentaires concernant la gestion d'impression, partagée entre plusieurs utilisateurs (environnements) est munie forcément d'une fonction de planification, par exemple FIFO.

Figure 8 :La structure interne d'un organe décisionnel de la deuxième catégorie



Un organe décisionnel peut également fonctionner dans son propre environnement. Ceci signifie qu'il est capable de se substituer virtuellement à son environnement dans la fonction de prise de décisions concernant la conduite du processus dont il fait partie.

Autrement dit un tel organe possède une faculté d'autocréation et, bien entendu, de réalisation de ses propres objectifs externes. Il intègre alors dans sa structure interne une fonction supplémentaire Fc de création de ses propres objectifs externes dont la forme canonique est :

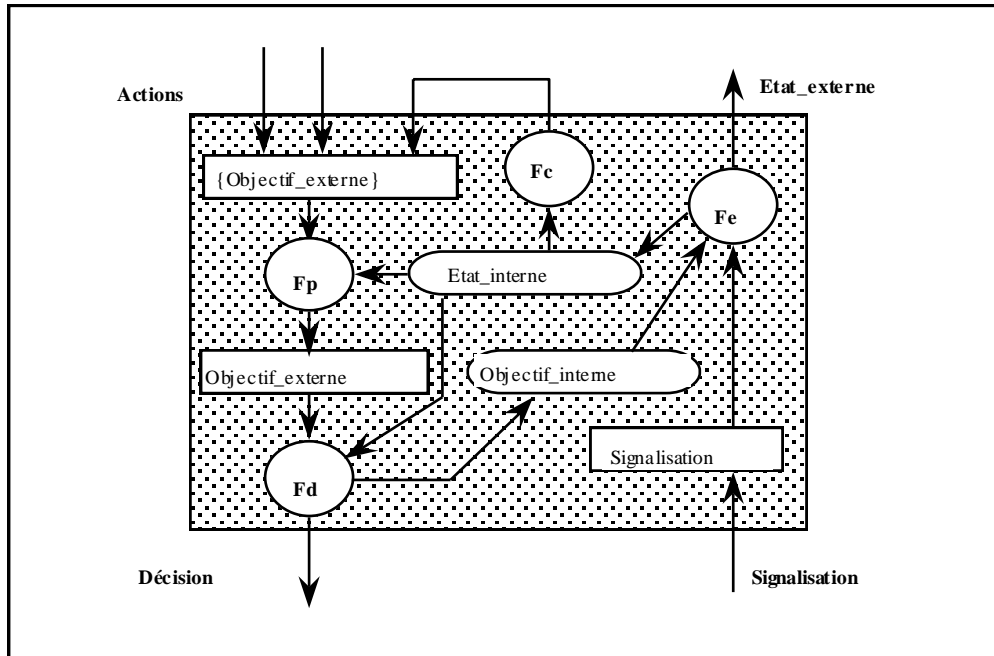
$$\mathbf{Fc4 : Fc(\acute{e}tat_interne) = (\{objectifs_externes\})}$$

Un tel organe, muni de cette intelligence qualifiée d'**intelligence créative** appartient à la **troisième catégorie** des organes décisionnels.

Exemple : Un robot gardien ayant pour objectif_externe "surveiller" peut être capable de se définir un autre objectif par exemple "charger la batterie", si son autonomie descend au dessous d'un seuil. Le choix de

l'objectif à réaliser sera planifié dans le temps suivant son appréhension et compréhension de l'état du local surveillé donc de son propre système de valeurs..

Figure 9 : La structure interne d'un organe décisionnel de la troisième catégorie



VII. ORGANE DECISIONNEL ET INTELLIGENCE D'UN SYSTEME

L'analyse décisionnelle des systèmes nous conduit à considérer tout système d'automatisation, d'informatisation ou d'organisation, du moment qu'il est responsable d'une décision comme un système intelligent.

L'intelligence d'un organe décisionnel réside alors dans les connaissances se rapportant aux quatre fonctions précédemment définies :

- la fonction de compréhension/validation d'état : Fe ,
- la fonction d'élaboration des décisions : Fd ,
- la fonction de planification : Fp ,
- la fonction d'auto-crédation de ses propres objectifs : Fc .

Ces fonctions sont nécessaires pour qu'un être intelligent, homme ou machine, puisse reconnaître, comprendre, s'organiser afin d'agir sur les moyens mis à sa disposition.

La communication entre un organe et son entourage s'effectue par l'intermédiaire de deux flux d'informations :

- un flux d'informations descendant : les actions et les décisions, appelées **événements internes**, qui se propagent de l'environnement vers le processus.
- un flux d'informations montant : les signalisations et les états_externes, appelés **événements externes**, qui se propagent du processus vers l'environnement.

Une décision s'exécute par la traduction en actions compréhensibles pour les objets du processus auxquels elle s'adresse. Cette traduction s'opère par l'intermédiaire de l'**interface décisionnelle - Id** , élément externe à l'organe décisionnel dont la forme canonique est la suivante :

$$\mathbf{Fc5 : Id(D) = (A0, A1,..., An)}$$

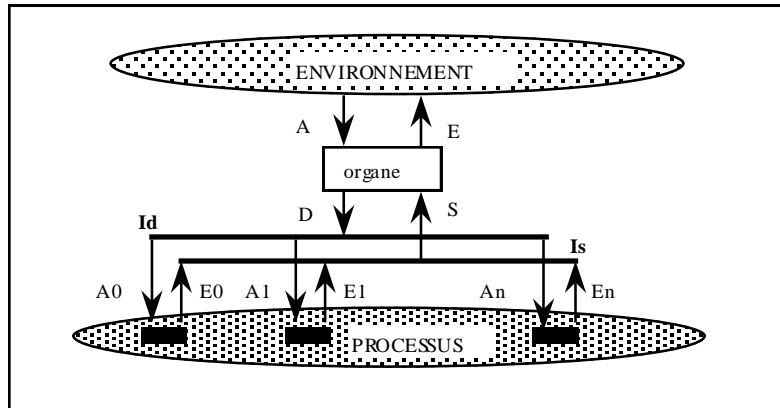
Les interfaces décisionnelles constituent les seuls endroits où naissent les parallélismes de fonctionnement.

Un organe décisionnel appréhende l'évolution du processus contrôlé par l'intermédiaire d'une signalisation consistant en une traduction de l'ensemble des états externes relatifs aux objets du processus. Cette signalisation est produite par l'**interface de signalisation - Is**. Tout comme l'interface décisionnelle Id, il est également externe à l'organe décisionnel. Sa forme canonique est la suivante :

$$\mathbf{Fc6 : Is(E0, E1,..., En) = S}$$

Les interfaces de signalisation permettent l'identification et la récupération subjectives des parallélismes d'apparition des états externes des organes de niveau d'abstraction inférieur du système.

Figure 10 : La connexion entre un organe et les objets
du processus



Etant donné que tout système d'automatisation est une structure d'organes décisionnels, l'intelligence d'un système n'est qu'une vue générale des intelligences des organes qui le composent.

Cette approche de l'intelligence d'un système d'automatisation va dans le sens d'une modélisation de l'Intelligence Artificielle Répartie et d'une résolution distribuée des problèmes.

L'analyse décisionnelle conduit à reformuler le critère de Turing. Elle qualifie **un système d'automatisation comme intelligent** si l'observateur externe n'est plus capable de distinguer, sans ambiguïté, si les organes décisionnels le composant sont pilotés par des hommes ou par des machines, en faisant abstraction de sa fiabilité et de son efficacité

VIII. ANALYSE DECISIONNELLE ET TYPOLOGIE DES CONNAISSANCES

Le pilote d'une activité doit posséder nécessairement un minimum de connaissances relatives à ses fonctions (Fp, Fd, Fe, Fc) et qui lui permet d'assumer correctement sa tâche. Le modèle de l'analyse décisionnelle permet de regrouper ces connaissances en deux classes :

classe 1 : les **connaissances internes** directement liées au pilotage de l'activité englobant :

- . les règles de compréhension ayant la forme Fc1 ,
- . les règles de prise des décisions ayant la forme Fc2 ,
- . les règles de planification ayant la forme Fc3 ,
- . les règles d'autocréation des objectifs externes ayant la

forme Fc4 ,

classe 2 : les **connaissances externes** permettant à un organe décisionnel de s'intégrer dans un univers multi-organes décisionnels et qui regroupent :

- . les règles de réaction ayant la forme Fc5 ,
- . les règles d'appréhension ayant la forme Fc6 .

Les connaissances internes appartiennent à l'organe décisionnel. Elles lui sont propres et indépendantes de la structure d'accueil, c'est-à-dire du système qui l'intègre.

La validité des connaissances externes se vérifie uniquement par rapport à une structure d'accueil. En dehors de cette structure, elles ne possèdent aucune validité.

La notion de **disponibilité des connaissances** permet de caractériser et de différencier les connaissances. Suivant sa disponibilité, une connaissance peut être accessible soit immédiatement, il s'agit alors d'une **connaissance explicite**, soit au bout d'une réflexion déductive ou inductive dans le cas d'une **connaissance implicite**, enfin une connaissance peut être **inaccessible**.

Aussi, est-il possible de parler des **connaissances intrinsèques** d'une activité. Ces connaissances correspondraient à l'état de l'art du métier, dans lequel s'exerce l'activité. Or, étant donné que le transfert des connaissances est une activité pilotée à part entière, alors les connaissances transmises peuvent être uniquement celles du pilote de l'activité source, c'est-à-dire ses connaissances explicites. Ainsi les connaissances intrinsèques restent une notion purement théorique.

Les connaissances implicites sont des connaissances potentielles, non exploitables directement. Seules, les connaissances explicites, de disponibilité immédiate sont directement opérantes. Pour un humain " $2+2=4$ ", en général, fait partie des connaissances explicites, tandis que " $909 \times 1947 = 1769823$ " appartient aux connaissances implicites. Le nombre d'étoiles dans l'univers est un exemple de connaissance inaccessible.

Vu globalement, **l'apprentissage est une activité à part entière** dont la finalité se traduit par deux objectifs :

- l'accroissement quantitatif des connaissances explicites, c'est-à-dire l'enrichissement des connaissances ;
- l'amélioration qualitative des connaissances explicites, c'est-à-dire la substitution des connaissances explicites périmées par des connaissances plus pertinentes.

Par rapport à un système d'automatisation, l'apprentissage peut s'effectuer selon deux modes, par **auto-apprentissage** ou par **transfert**.

Dans le cas de l'auto-apprentissage les deux activités spécifiques, production et exploitation des connaissances, sont réalisées par le même pilote. Dans le mode transfert, les pilotes de ces deux activités sont différents.

La seule application organisée autour de la notion de connaissances est aujourd'hui celle du système expert. La principale différence entre les techniques de programmation dites classiques et celles issues des travaux sur les systèmes experts réside dans la nature des connaissances transmises à la machine.

La programmation classique consiste en la transmission de connaissances explicites à la machine. L'identification et l'évolution de ces connaissances constituent une réelle difficulté durant la conception et la maintenance adaptative des systèmes informatiques.

L'approche système expert est une technique de programmation permettant d'introduire dans un ordinateur des connaissances implicites. Dans ce cas, l'apprentissage, piloté par un moteur d'inférence correspond à l'auto-apprentissage. Il permet la production, ou plus exactement la transformation de connaissances implicites en connaissances explicites. Ce procédé de transformation s'appuie sur des règles de raisonnement, ou de méta-connaissances relatives aux connaissances explicites existantes. Une connaissance implicite une fois dégagée, tant qu'elle n'est pas oubliée ou dépassée, reste explicite.

De par ses connaissances implicites un système expert est plus riche en connaissances que les systèmes classiques. Néanmoins, le choix des connaissances explicites initiales et des méta-règles de transformation, la vérification de leur cohérence et de leur suffisance ainsi que l'estimation du temps de réflexion (temps d'apprentissage), c'est-à-dire du temps de travail du moteur d'inférence, posent un vrai problème difficilement compensable par la flexibilité et l'évolutivité d'une telle solution.

La technique de programmation sous-tendue par l'analyse décisionnelle, la programmation décisionnelle, unit l'efficacité des solutions classiques avec la flexibilité et l'évolutivité reconnues des systèmes experts.

IX. CONCLUSION

Durant ces dernières décennies, la plupart des travaux de recherche relatifs à la "Théorie du système général" ont été principalement centrés sur le concept d'organisation. Notamment, dans ce courant de pensée de l'analyse-système des organisations, K.E.BOULDING puis J.L. LE MOIGNE ont proposé une définition génétique en 9 niveaux de complexité croissante, chaque niveau cumulant tous les caractères des niveaux inférieurs :

Le premier niveau : L'objet passif et sans nécessité

Il s'agit du niveau le plus élémentaire, sans réelle utilité, mais traduisant l'existence d'un objet (ou d'un système) passif.

Le second niveau : L'objet actif

Dans cette deuxième catégorie l'objet est perçu comme étant actif. Non seulement il " est ", mais il " fait ". Il est reconnu par son activité. Le plus souvent dénommé " processeur ", il se représente alors sous la forme d'une "boîte noire" avec une flèche entrante et une flèche sortante.

Le troisième niveau : L'objet actif régulé

L'objet de cette troisième catégorie manifeste quelques régularités de comportement et renvoie à la notion de boucle de régulation. Il existe alors dans un tel système régulé au moins 2 processeurs, celui qui agit et celui qui régule.

Le quatrième niveau : L'objet s'informe

Ce niveau traduit l'émergence de l'information dans la représentation d'un système régulé. Cette régulation d'un système grâce à un "flux d'information" constitue le concept de base de la cybernétique.

Le cinquième niveau : L'objet décide de son activité

Ce niveau traduit l'émergence de la décision dans un système et l'omniprésence d'un "processeur décideur". Les informations "décisions" ne peuvent exister que lorsque le système est déjà le siège de processus informationnels.

Le sixième niveau : L'objet actif a une mémoire

Les systèmes de ce niveau stockent de l'information et peuvent en faire une copie à la demande.

Le septième niveau : L'objet actif se coordonne

Les objets de ce niveau sont capables de suivre une certaine finalité en utilisant un sous-système appelé "Système d'Information" pour faire communiquer le "sous-système de pilotage" avec son "système opérant".

Le huitième niveau : L'objet actif imagine

Les systèmes de ce niveau sont capables de s'adapter, d'inventer de nouveaux réglages, de nouvelles organisations.

Le neuvième niveau : L'objet actif s'auto-finalise

Ce dernier niveau traduit l'émergence de la conscience dans un système. Un tel système peut gérer ses projets et déterminer par lui-même une stratégie d'existence.

Les fondements de la classification ci-dessus sont basés sur les travaux effectués autour de l'analyse modulaire des systèmes. Le concept de base en matière d'A.M.S. repose sur la notion de "boite noire". Elle est susceptible d'englober deux activités, activité de pilotage et activité opérante. L'activité opérante est conduite par l'activité de pilotage. La boucle de régulation entre ces deux activités est encapsulée dans la boite noire. L'analyse décisionnelle maintient la notion de boite qui correspond à celle d'organe décisionnel. Cette boite n'encapsule plus la boucle de régulation mais l'intersection de deux boucles. Ceci a permis de construire trois catégories d'organes comme éléments de base de tout système, complexe ou non.

Les formalismes relatifs au concept d'organe décisionnel, éclairent d'un jour nouveau l'approche de l'intelligence d'un système. La définition qu'elle donne de l'automatisation permet de lever un certain nombre d'ambiguïtés qui règnent actuellement entre les concepts d'automatisation et d'intelligence artificielle. En effet, comme ceci a déjà été souligné, l'analyse décisionnelle conduit à considérer tout système d'automatisation ou d'organisation, du moment qu'il est responsable d'une décision, comme intelligent.

BIBLIOGRAPHIE

- The handbook of Artificial Intelligence ; BARR A. - Kaufmann/1983
- Systèmes experts dans l'entreprise ; BENCHIMOL G. - LEVINE P. - POMEROL J.C. - Hermes/1986
- B - COD : méthode de conception par organes décisionnels ; BUCKI J., PESQUEUX Y., LASOUDRIS L. - Cahiers de recherche du groupe H.E.C. - CR 389/1991
- Eléments d'intelligence artificielle ; FARRENY H. - GHALLAB M. - Hermes/1987
- Introduction aux systèmes experts ; GONDRAN M. - Eyrolles - Paris/1985
- Machine learning: an Artificial Intelligence Approach ; MICHALSKI R. - Tioga/1983
- Principles of Artificial Intelligence ; NILSSON N.J.- Tioga Publishing Company/1980
- Artificial Intelligence ; RICH E. - McGraw Hill/1983
- Intelligence Artificielle - actes de journées nationales ; Toulouse/1988
- General systems theory, the skeleton of science ; BOULDING K.E. - In Management Science/1956
- Théorie du Système Général ; LE MOIGNE J.L. - PUF - Paris/1977
- L'analyse modulaire des systèmes de gestion ; MELESE J. - Hommes et Techniques - Paris/1972
- Le nouveau management : la décision par les ordinateurs ; SIMON H.A. - Economica - Paris/1980
- Conception d'un système d'information ; TARDIEU H.- NINCI D. - PASCOT D. - Editions d'Organisation - Paris/1984